

## Air flow meter of thermal resistance type for measuring air flow rate

**Patent number:** DE19619247  
**Publication date:** 1996-11-14  
**Inventor:** ITSUJI TAKAYUKI (JP); AKAMATSU MASUO (JP)  
**Applicant:** HITACHI LTD (JP); HITACHI CAR ENG CO LTD (JP)  
**Classification:**  
- **international:** G01F1/698; G01F1/69; F02D41/18; F02M69/48;  
H03F3/20; H03G3/20  
- **european:** F02D41/18D; F02M69/48; G01F1/684C; G01F1/69;  
G01F1/696K; G01F1/699; G01F5/00; H03F1/30C;  
H03F3/347  
**Application number:** DE19961019247 19960513  
**Priority number(s):** JP19950114648 19950512

**Also published as:**

**Report a data error here**

## Abstract of DE19619247

The output electronic circuits (101, 102) process the input signal, derived from passing a constant current through the thermal resistance (1), to produce an air rate signal. The circuit uses differential amplifier circuits and associated resistors, which are used for determining the amplification factor of the circuit. The temperature sensitive resistance (2) is located in the air duct (30) with the thermal resistance, and is connected in series with a resistance (10) in an amplifier (8) feedback circuit. The output circuit includes a unit for correcting the air flow rate indication related to the temp. alteration, using at least one resistor of a type with a temp. coefficient which differs from the resistors provided otherwise, to correct the variation of circuit performance.

Data supplied from the [esp@cenet](http://esp@cenet) database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 196 19 247 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**G 01 F 1/698**  
G 01 F 1/69  
F 02 D 41/18  
F 02 M 69/48  
H 03 F 3/20  
H 03 G 3/20

DE 196 19 247 A 1

⑯ Aktenzeichen: 196 19 247.1  
⑯ Anmeldetag: 13. 5. 96  
⑯ Offenlegungstag: 14. 11. 96

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
12.05.95 JP 7-114648

⑯ Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Car  
Engineering Co.,Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, JP

⑯ Vertreter:  
Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Frohwitter,  
Geissler & Partner Patent- und Rechtsanwälte, 81679  
München

⑯ Erfinder:  
Itsuji, Takayuki, Hitachinaka, Ibaraki, JP; Akamatsu,  
Masuo, Hitachinaka, Ibaraki, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Luftdurchflußmesser eines Heizwiderstandstyps

⑯ Die Erfindung betrifft einen Luftdurchmesser des Heizwiderstandstyps zum Messen der Luftdurchflußmenge, die durch ein Ansaugrohr eines Verbrennungsmotors strömt. Der Luftdurchflußmesser weist eine Konstanttemperatur-Steuerschaltung zum Erfassen des Luftdurchflusses auf, die eine Brückenschaltung mit einem Heizwiderstand und einem temperaturempfindlichen Widerstand umfaßt, von denen jeder im Ansaugrohr vorgesehen ist, und er weist eine Leistungsverstärkerschaltung zum Verstärken des von der Konstanttemperatur-Steuerschaltung als Luftdurchflußsignal gelieferten Eingangssignals auf. Die Leistungsverstärkerschaltung umfaßt eine Mehrzahl von Widerständen für die Verstärkung und Bestimmung des Verstärkungsfaktors auf, um die Luftdurchflußmenge in bezug auf Temperaturänderungen zu korrigieren. Mindestens ein einzelner, für die Verstärkung vorgesehener Widerstand ist ein Widerstand  $R_s$  anderer Art, mit einem Temperaturkoeffizienten, der sich von demjenigen anderer Widerstände für die Verstärkung unterscheidet, um die Änderung des Verstärkungsfaktors der Leistungsverstärkerschaltung zu eliminieren.

DE 196 19 247 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 96 602 046/647

14/29

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Luftdurchflußmesser, und insbesondere auf einen Luftdurchflußmesser, der zum Steuern eines Motors von Fahrzeugen verwendet wird.

Vom Standpunkt des Schutzes der Umwelt und des Einstichern natürlicher Ressourcen her gesehen, ist es erforderlich, den Motor von Fahrzeugen mit einem hohen Grad an Genauigkeit zu steuern. Darum ist ein verbesserter Luftdurchflußmesser erwünscht, der die Menge an Ansaugluft genau erfassen kann.

Ein solcher bekannter Durchflußmesser ist in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 60-100218 (1985) offenbart, bei dem der gemessene Wert gemäß der Temperaturänderung der Ansaugluft durch Abstimmen eines Stromes korrigiert wird, der durch eine Zenerdiode in einem Leistungskreis des Luftdurchflußmessers vom Heizwiderstandstyp fließt.

Bei der im obigen Stand der Technik beschriebenen Temperaturkorrektur handelt es sich aber nur um das Ändern einer Spannung gemäß der Temperatur der Ansaugluft, ohne Rücksicht auf die Menge des zu messenden Luftdurchflusses. Daher kann die Temperaturkorrektur für das Luftdurchflußsignal nur für einen willkürlich gewählten Luftdurchflußmengenpunkt durchgeführt werden. Da sich tatsächlich das die Luftdurchflußmenge anzeigenende Luftdurchflußsignal mit der Temperatur des Luftstromes ändert, der über einen Heizwiderstand strömt, d. h., weil die Größe des Luftdurchflußsignals von der Temperatur der Ansaugluft abhängt, kann das Luftdurchflußsignal nicht über den gesamten Bereich der Luftdurchflußmenge hinsichtlich der Temperatur korrigiert werden. Infolgedessen ist es unmöglich, die Ansaugluft über den gesamten Bereich der Luftdurchflußmenge genau zu erfassen.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines verbesserten Luftdurchflußmessers vom Heizwiderstandstyp, der die Luftdurchflußmenge mit einem hohen Genauigkeitsgrad durch Korrigieren der Temperatur von Luftdurchflußsignalen über den gesamten Bereich der Luftdurchflußmenge erfassen kann, in Übereinstimmung mit der Temperaturänderung des zu messenden Luftdurchflusses.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung werden nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild, das einen Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines Luftdurchflußmeßteils, der mit dem in Fig. 1 dargestellten Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp ausgerüstet ist;

Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen der Luftdurchflußmenge und dem Wärmeübertragungskoeffizienten;

Fig. 4 ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Luftdurchflußmenge und auftretenden Fehlern veranschaulicht;

Fig. 5 ein Schaltbild, das den Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6 ein Schaltbild, das den Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 7 eine schematische Ansicht, die eine weitere Ausführungsform einer anderen Art von Widerstand  $R_s$  zeigt;

Fig. 8 eine schematische Ansicht, die eine noch weitere Ausführungsform einer anderen Art von Widerstand  $R_s$  zeigt;

Fig. 9 ein Schaltbild, das eine weitere Ausführungsform einer anderen Art des Widerstandes  $R_s$  veranschaulicht;

Fig. 10 eine Schnittansicht eines Luftdurchflußmeßteils, der mit dem in Fig. 9 dargestellten Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp ausgerüstet ist; und

Fig. 11 eine Schnittansicht eines Luftdurchflußmeßteils, der mit dem Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgerüstet ist.

Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 ist ein Schaltbild, das einen Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Fig. 2 ist eine Schnittansicht eines Luftdurchflußmeßteils, der mit dem in Fig. 1 dargestellten Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp ausgerüstet ist. Nachfolgend werden der Aufbau und die Betriebsweise der Ausführungsform beschrieben.

Der in Fig. 1 dargestellte Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp umfaßt: einen Heizwiderstand 1 und einen temperaturempfindlichen Widerstand 2 zum Messen der Luftdurchflußmenge, wobei die beiden Widerstände an einem Luftkanal 30 angebracht sind; eine Konstanttemperatur-Steuerschaltung 102, die an den Heizwiderstand 1 und den temperaturempfindlichen Widerstand 2 angeschlossen ist; eine Ausgangsverstärkerschaltung 103; und eine Leistungsschaltung 101. Ein Bezugswiderstand 4 in der Konstanttemperatur-Steuerschaltung 102 ist vorgesehen, um den durch den Heizwiderstand 1 fließenden Strom in ein Spannungssignal umzuwandeln. Der Bezugswiderstand 4 bildet, zusammen mit dem Heizwiderstand 1 und dem temperaturempfindlichen Widerstand 2, eine Brückenschaltung, die es dem Heizwiderstand 1 ermöglicht, sich auf der vorbestimmten Temperatur zu halten. Die beschriebene Schaltung ist allgemein als sogenannter Luftdurchflußmesser vom Heißdrahttyp bekannt. Daher wird in dieser Darstellung die Beschreibung des Aufbaus und des Betriebs desselben abgekürzt.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform sind der Heizwiderstand 1 und der temperaturempfindliche Widerstand 2 im Luftkanal 30 des Ansaugrohres eines Verbrennungsmotors angeordnet. Ein Luftdurchflußmeßteil 100 umfaßt einen Träger 70, in den ein Detektor- bzw. Erfassungsteil, bestehend aus dem Heizwiderstand 1

und dem temperaturempfindlichen Widerstand 2 sowie der Konstanttemperatur-Steuerschaltung 102 integriert sind.

Wenn im Betrieb der Heizwiderstand 1 auf eine konstante Temperatur gesteuert wird, ändert sich ein Strom  $I_h$ , der durch den Bezugswiderstand 4 fließt, gemäß der Menge des Luftdurchflusses  $Q$ , der durch den Luftkanal 30 strömt wie in der nachfolgenden Gleichung 1a angegeben.

5

$$I_h^2 R_h = (0,32\lambda/D + 0,43\sqrt{\rho v} \sqrt{D/\rho v} \cdot \lambda/D) (Th - Ta)S \quad (1a).$$

10

Darin bedeutet:

$S$  – die Oberflächengröße eines Heizwiderstandes ( $m^2$ ),  
 $D$  – den Außendurchmesser des Heizwiderstandes (m),  
 $\lambda$  – den Wärmeübertragungskoeffizienten von Luft (kcal/m h °C),  
 $\rho$  – die Luftdichte ( $kg/m^3$ ),  
 $v$  – den Koeffizienten der aktiven Viskosität der Luft ( $m/s^2$ ),  
 $v$  – die Geschwindigkeit des Luftdurchflusses (m/s).

15

Wie aus der obigen Gleichung hervorgeht, hängen die genannten Parameter von der Lufttemperatur  $T_a$  ( $^{\circ}$ C) ab, mit Ausnahme der Parameter  $S$ ,  $D$  und  $v$ .

Die nachfolgende Gleichung wurde durch Vereinfachen der obigen Gleichung erhalten.

20

$$I_h^2 R_h = (A + B\sqrt{Q}) (Th - Ta) \quad (1b).$$

25

Darin ist:

$R_h$  – der Widerstandswert des Heizwiderstandes 1 während des Erwärmens,  
 $A, B$  – eine Konstante des Heizwiderstandes 1,  
 $Th$  – die Heiztemperatur des Heizwiderstandes 1,  
 $T_a$  – die Temperatur der Ansaugluft.

30

Die Parameter  $A$  und  $B$  der Gleichung (1) sind daher weiter eine Funktion der Temperatur, d. h.  $A = f(T_a)$ ;  $B = g(T_a)$ .

Weiter ändert sich die Klemmspannung  $V_o$  oder das Spannungssignal, das durch Umwandeln des Stromes erhalten wird, der durch den Bezugswiderstand 4 fließt, gemäß der Größe  $Q$  des Luftdurchflusses, wie die nachfolgende Gleichung (2) zeigt.

35

$$V_o = (R4/\sqrt{R_h}) \sqrt{(f(T_a) + g(T_a)\sqrt{Q}} (Th - Ta) \quad (2)$$

40

Darin ist  $R4$  der Widerstandswert des Heizwiderstandes 4.

Es  $\Delta Th = (Th - Ta)$  gesetzt und wird durch Steuern von  $Th$  unter Benutzung der Brückenschaltung und des temperaturempfindlichen Widerstandes  $Rc$  konstant gehalten, selbst wenn sich die Lufttemperatur  $T_a$  ändert.

45

Als nächstes wird die Klemmspannung  $V_o$  des Bezugswiderstandes 4 für die Verstärkung durch die Widerstände 50 und 53 aufgeteilt, die eine Leistungsverstärkerschaltung 103 bilden. Die Leistungsverstärkerschaltung 103 umfaßt weiter einen Differenzialverstärker 11 sowie eine Mehrzahl von Widerständen 13, 14, 15 und 16 für die Verstärkung, und sie gibt die in der Gleichung (3) angegebene Spannung aus. Die Leistungsschaltung 101 besitzt den gleichen Aufbau wie die in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 60-100218 (1985) offenbare Schaltung, und sie hat die Funktion der Temperaturkorrektur.

Daher kann die Ausgangsspannung  $V_{out}$ , d. h., das aus dem durch den Bezugswiderstand 4 gelaufenen Strom durch Konversion gebildete Spannungssignal, durch die nachfolgende Gleichung (3) ausgedrückt werden.

50

$$V_{out} = \frac{[(Rs/(R51 + Rs)) (1 + ((R15 + R16)R13)/(R14R15 + R15R16 + R16R14))]V_o - [(R16R13)/(R14R15 + R15R16 + R16R14)]V_{ref}}{[(R16R13)/(R14R15 + R15R16 + R16R14)]V_{ref}}$$

55

Darin ist:

$V_{out}$  – eine Ausgangsspannung,

$V_{ref}$  – die von der Leistungsschaltung 101 gelieferte Bezugsspannung,

$R13$  – der Widerstandswert des Widerstandes 13,

$R14$  – der Widerstandswert des Widerstandes 14,

$R15$  – der Widerstandswert des Widerstandes 15,

$R16$  – der Widerstandswert des Widerstandes 16,

$R51$  – der Widerstandswert des Widerstandes 51,

$Rs$  – der Widerstandswert des anderen Widerstandstyps 50.

60

Weiter entspricht  $(A + B\sqrt{Q})$  dem Wärmeübertragungskoeffizienten  $h$ . Es ist allgemein bekannt, daß, wie in Fig. 3 dargestellt, der Koeffizient  $h$  der Wärmeübertragung von der Temperatur  $T_a$  der Ansaugluft abhängt.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Menge ( $\sqrt{Q}$ ) des Luftdurchflusses und dem Koeffizienten  $h$  der Wärmeübertragung veranschaulicht. Der Koeffizient  $h$  der Wärmeübertragung ist eine lineare

65

Funktion der Menge  $\sqrt{Q}$  des Luftdurchflusses mit dem Gradienten B. In Fig. 3 ist A ein Punkt, an welchem die lineare Funktion die Koordinatenachse schneidet. Der Punkt A und der Gradient B haben jeweils entsprechend die Temperatur Ta der Ansaugluft als Parameter.

Daher kann in einer dem Stande der Technik ähnlichen Weise ein Erfassungsfehler ( $dQ/Q$ ) an einem anderen 5 Punkten der Luftdurchflußmenge auftreten, selbst wenn bei einer bestimmten Luftdurchflußmenge die Änderung der Ausgabe in bezug auf die Änderung der Temperatur durch Vorsehen der Funktion der Temperaturkorrektur bei der Leistungsschaltung 101 auf Null unterdrückt werden kann, d. h., selbst wenn es nur die Leistungsschaltung 101 mit der Funktion der Temperaturkorrektur, bei der Menge Qa des Luftdurchflusses oder an einem bestimmten Punkt der Luftdurchflußmenge, einem Fehler der Luftdurchflußmenge in bezug auf die Temperaturänderung ermöglicht, Null zu sein, kann ein Erfassungsfehler ( $dQ/Q$ ) an einem anderen Punkt der Luftdurchflußmenge auftreten. Infolgedessen ist es unmöglich, alle diese Fehler zu korrigieren.

Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Luftdurchflußmenge und auftretenden Fehlern veranschaulicht. In Fig. 4 wird die Temperatur auf der Basis der Bezugstemperatur  $Ta = 20^\circ\text{C}$  der Ansaugluft korrigiert. Infolgedessen tritt bei  $Ta = 20^\circ\text{C}$  kein Fehler auf. Im Falle der von der Bezugstemperatur abweichen- 15 den Temperatur  $Ta = -20^\circ\text{C}$  oder  $Ta = 80^\circ\text{C}$  wird jedoch der Fehler nur an einem einzigen Punkte des Luftdurchflusses Null, nämlich bei einer gewissen Menge Qa des Luftdurchflusses, während an einem anderen Punkt des Luftdurchflusses ein Fehler auftritt.

Die Abhängigkeit der Luftdurchflußmenge von der Temperatur der Ansaugluft wurde weiter oben erläutert. Als nächstes wird daher die vorliegende Erfindung im einzelnen beschrieben.

Unter den mehreren Widerständen für die Verstärkung, die zum Bestimmen des Verstärkungsfaktors des 20 Differenzialverstärkers in der Leistungsverstärkerschaltung 103 benutzt werden, wird ein einzelner Widerstand 50 für die Verstärkung als Widerstand Rs anderer Art eingesetzt, und der Temperaturkoeffizient des Widerstandes Rs anderer Art bzw. des Widerstandes 50 wird so eingestellt, daß er sich vom Temperaturkoeffizienten der anderen Widerstände für die Verstärkung unterscheidet. Beispielsweise wird nämlich der Widerstand 50, der 25 zwischen die Erde und die Klemmenspannungsseite des Bezugswiderstandes 4 an der Eingangsstufe der Leistungsverstärkerschaltung 103 geschaltet ist, als Widerstand 50 anderer Art eingesetzt, dessen Temperaturkoeffizient  $\alpha$  sich von dem eines sonstigen Widerstandes unterscheidet. Die Temperaturkoeffizienten der sonstigen Widerstände werden auf  $\beta$  eingestellt. Nachfolgend wird der Widerstand 50 als Widerstand 50 anderer Art bzw. 30 als Widerstand Rs anderer Art bezeichnet.

Die Ausgangsspannung  $Vout$  in Gleichung (3) kann gemäß der nachfolgenden Gleichung (4) umgewandelt werden.

$$Vout = [(1 + \alpha Ta) \cdot Rso / ((1 + \beta Ta) \cdot R51o + (1 + \alpha Ta) Rso)] \cdot a \cdot Vo - b \cdot Vref \quad (4)$$

35 Darin ist:

$R51o$  — der Widerstandswert von R51 bei  $0^\circ\text{C}$ ,

$Rso$  — der Widerstandswert von R50 bei  $0^\circ\text{C}$ ,

$\alpha$  — der Temperaturkoeffizient von  $R_s(R50)$ ,

$\beta$  — der Temperaturkoeffizient von R13, R14, R15, R16 und R51,

40 a — das Widerstandsverhältnis, und

a =  $1 + ((R15 + R16R13) / (R14R15 + R15R16 + R16R14))$ ,

b — das Widerstandsverhältnis, und

b =  $(R16R13) / (R14R15 + R15R16 + R16R14)$

wobei a und b Konstanten ohne Berücksichtigung der Temperatur sind.

45 Durch geeignetes Wählen der Temperaturkoeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$  und der Widerstandsverhältnisse a, b ist es möglich, die Abhängigkeit des Wärmeübertragungskoeffizienten von der Ansauglufttemperatur zu eliminieren, sowie die Ausgangsspannung  $Vout$ , die als Luftdurchflußmengensignal ausgegeben wird, in bezug auf die Änderung der Luftdurchflußtemperatur zu korrigieren.

Als weitere Maßnahme kann unter der Voraussetzung, daß in Gleichung (4) gilt:

$$C = \frac{(1 + \alpha Ta) Rso}{(1 + \beta Ta) R51o + (1 + \alpha Ta) Rso}$$

55 die obige Gleichung ausgedrückt werden als  $C = h(Ta)$ , weil C eine Funktion von Ta ist. Dementsprechend gilt:

$$Vout = C \alpha \cdot Vo - b \cdot Vref$$

$$= h(Ta) \alpha \cdot R4 \sqrt{f(Ta) + g(Ta) \sqrt{Q} \Delta Th} / \sqrt{Rh} - b \cdot Vref$$

$$= \sqrt{h^2(Ta) \alpha^2 \cdot R4^2 [f(Ta) + g(Ta) \sqrt{Q} \Delta Th]} / Rh - b \cdot Vref$$

(5)

$$= \sqrt{h^2(Ta) \alpha^2 \cdot R4^2 f(Ta) / Rh + h^2(Ta) \alpha^2 \cdot R4^2 g(Ta) \sqrt{Q} \Delta Th} / Rh \pm b \cdot Vref$$

wobei  $h^2(Ta) \cdot a^2 \cdot R4^2 \cdot f(Ta)/Rh$  nicht von der Luftdurchflußmenge abhängt, und  $b^2(Ta) \cdot a^2 \cdot R4^2 \cdot f(Ta)/Rh$  von der Luftdurchflußmenge abhängt.

Der Term, der nicht von der Luftdurchflußmenge abhängt, kann in Verbindung mit der Konstanten b durch Vorsehen der Abhängigkeit von Vref von der Temperatur gestrichen werden.

Im Gegensatz dazu ist es in bezug auf den Term, der von der Luftdurchflußmenge abhängt, möglich, die Abhängigkeit von der Temperatur durch Setzen von  $h^2(Ta) = 1/g(Ta)$  zu streichen. Durch Wählen geeigneter Parameter von  $h^2(Ta)$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $Rso$  und  $R51o$  wird es nämlich möglich,  $h^2(Ta)$  dicht an  $1/g(Ta)$  heranzubringen und somit die Abhängigkeit von der Temperatur zu eliminieren. Beispielsweise wird es durch Messen der Kennlinie der Temperatur über der Luftdurchflußmenge mittels Experiment und Näherungen möglich, die Widerstände  $Rso$  und  $R51o$  zu bestimmen, welche die Abhängigkeit von der Temperatur beseitigen können. Es wird weiter möglich, das Material (Widerstand) mit den Parametern  $\alpha$  und  $\beta$  zu wählen. Weil  $\alpha$  und  $\beta$  durch die Art der Widerstände festgelegt sind, ist es leicht, die Widerstände  $Rso$  und  $R51o$  zu bestimmen.

Bei der obigen Ausführungsform wurde in der Korrekturereinrichtung nur ein einziger Widerstand 50 anderer Art gewählt, wobei die Einrichtung aufgebaut ist, um die Änderung des Verstärkungsfaktors des Spannungssignals (d. h. des Luftdurchflußmengensignals) zu beseitigen, das durch Umwandlung aus dem Strom erhalten wird, der durch den Bezugswiderstand 4 fließt. Wenn die Wirkung der Temperatur  $Ta$  der Ansaugluft eliminiert werden soll, ist die Einrichtung jedoch nicht auf einen einzigen Widerstand beschränkt.

Fig. 5 ist ein Schaltbild, das einen Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In Fig. 5 ist ein Widerstand anderer Art, mit einem gegenüber anderen Widerständen unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten, zwischen die Klemmenspannungsseite des Widerstandes anderer Art und einen Grenzspannungspunkt ( $Vsn$ ) geschaltet. Die Korrekturereinrichtung ist nämlich zwischen die Klemmenspannung des Bezugswiderstandes an einer Eingangsstufe der Leistungsverstärkerschaltung und den Grenzspannungspunkt geschaltet.

Die Ausgangsspannung  $Vout$  der vorliegenden Ausführungsform errechnet sich wie folgt:

$$Vout = (Rs/(R51 + Rs))(1 + (R13/R14))(Vo - Vsn) + Vsn; \quad (5)$$

25

darin gilt:  $R51 > R16$ ,  $Rs > R16$ ,  $Vsn = (R16/(R15 + R16)) Vref$

Allgemein ist der Verstärkungsfaktor der Leistungsverstärkerschaltung 103 durch die mehreren Widerstände 13, 14, 15 und 16 bestimmt. In der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform wird er aber nur durch die Widerstände  $R51$  und  $Rs$  bestimmt. Die Wirkung der Änderungen der Widerstände  $R13$ ,  $R14$ ,  $R15$ ,  $R16$  sowie die Temperaturänderung auf den Verstärkungsfaktor können nämlich verringert werden.

30

Fig. 6 ist ein Schaltbild, das einen Luftdurchflußmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In Fig. 6 ist der Widerstand 50 anderer Art mit dem von anderen Widerständen unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten in einen Rückkopplungspfad des Differenzialverstärkers eingeschaltet. Die Korrekturereinrichtung ist nämlich in den Rückkopplungspfad des Differenzialverstärkers geschaltet.

35

Bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform errechnet sich die Ausgangsspannung  $Vout$  wie folgt:

$$Vout = [(R32o + R33o + Rso(1 + \alpha Ta)/(1 + \beta Ta))/R32o]Vo - (R20o/(R19o + R20o))Vref \quad (6)$$

40

Dabei ist:

$R32o$  – der Widerstandswert des Widerstandes 32 bei  $0^\circ C$ ,  
 $R33o$  – der Widerstandswert des Widerstandes 33 bei  $0^\circ C$ ,  
 $R19o$  – der Widerstandswert des Widerstandes 19 bei  $0^\circ C$ ,  
 $R20o$  – der Widerstandswert des Widerstandes 20 bei  $0^\circ C$ ,  
 $Rso$  – der Widerstandswert des Widerstandes 50 bei  $0^\circ C$ .

45

Die Widerstände 19, 20, 32, 33, 34, 35, 36 und 37 werden zur Verstärkung verwendet. Weiter haben die Widerstände  $R34$ ,  $R35$ ,  $R36$  und  $R37$  jeweils den gleichen Widerstandswert.

50

Auch in diesem Fall ist es möglich, die Abhängigkeit des Wärmeübertragungskoeffizienten  $Vo$  von der Temperatur der Ansaugluft durch geeignetes Wählen der Koeffizienten alpha, beta der Temperatur zu korrigieren. Falls der Spannungsabfall des Widerstandes anderer Art  $Rs$  vernachlässigt werden kann, ist der in Fig. 6 vorgesehene Pull-down-Widerstand nicht erforderlich.

Fig. 7 ist eine schematische Ansicht, die eine weitere Ausführungsform eines Widerstands  $Rs$  anderer Art zeigt. Während der in den Fig. 1 bis 6 vorkommende Widerstand anderer Art ein normaler Widerstand mit Kohlenstoffüberzug, ein Widerstand mit Metallüberzug oder ein Widerstand aus einer Widerstandspaste zum Drucken war, hat der vorliegende Widerstand  $Rs$  anderer Art bzw. der Widerstand 510 die gleiche Struktur wie der temperaturempfindliche Widerstand 2. Der Widerstand 510 umfaßt einen Spulenkörper 502, einen um den Spulenkörper 502 gewickelten Platindraht sowie eine Verglasung bzw. einen Isolator 503, der den Spulenkörper und den Platindraht bedeckt. Der Platindraht ist elektrisch durch einen Anschlußleiter 505 und ein Tragelement 504 mit dem Differenzialverstärker 11 verbunden. Der Temperaturkoeffizient  $\alpha$  des aus einem Platindraht etc. bestehenden Widerstandes 510 beträgt  $3870 \text{ ppm}/^\circ C$ , d. h.,  $\alpha > 1$ . Daher unterscheidet er sich stark vom Temperaturkoeffizienten  $\beta$  ( $100 \text{ ppm}/^\circ C$ ) der Widerstände 13, 14, die mit Kohlenstoff oder mit Metall überzogene Widerstände sind. Somit ist es möglich, die Abhängigkeit von  $Vo$  von der Temperatur durch Einstellen geeigneter Widerstandswerte des Platindrahtes bei  $0^\circ C$  zu korrigieren. So wird es möglich, die Abhängigkeit des Wärmeübertragungskoeffizienten von der Temperatur der Ansaugluft  $Ta$  zu beseitigen.

55

Fig. 8 ist eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform des Widerstandes  $Rs$  anderer Art. In Fig. 8 ist der Widerstand anderer Art ein Thermistor 520. Weiter ist im Luftdurchflußmengen-Meßteil 100 der

60

65

Fig. 8 der Thermistor 520, zusammen mit dem Heizwiderstand 1 und dem temperaturempfindlichen Widerstand 2, im Luftkanal 30 bzw. im Ansaugrohr eines Verbrennungsmotors vorgesehen.  
Der Wert  $R_t$  des Widerandes des Thermistors 520 wird allgemein wie folgt ausgedrückt:

5  $R_s = R_t = R_{to} \cdot \exp[B((1/T_a) - (1/T_0))]$  (7)

Darin ist:

$R_{to}$  — der Widerstandswert des Thermistors,  
B — die Temperaturkonstante des Thermistors,  
10  $T_0 = 273$  K.

Wie im Falle der weiter oben erwähnten Ausführungsform ist es also möglich, die Abhängigkeit von  $V_o$  von der Temperatur durch Wählen eines geeigneten Thermistors mit einem passenden Wert B zu korrigieren.

Fig. 9 ist ein Schaltbild, das eine weitere Ausführungsform eines Widerandes  $R_s$  anderer Art zeigt. Der Widerstand 50 anderer Art ist ein monolithischer Widerstand 530, der in einen IC-Chip 60 eingebaut ist. Der Temperaturkoeffizient des monolithischen Widerandes 530 im IC-Chip 60 ist normalerweise größer als 1000 ppm/ $^{\circ}$ C. Daher unterscheidet er sich vom Temperaturkoeffizienten anderer Verstärkungswiderstände.

Demgemäß ist es möglich, die Abhängigkeit von  $V_o$  auf die Temperatur durch geeignetes Wählen des Temperaturkoeffizienten des monolithischen Widerandes 530 zu korrigieren.

Da es schwierig ist, die Ansaugluft nur auf den monolithischen Widerstand 560 strömen zu lassen, ist es erforderlich, eine Verschlechterung der Präzision der Korrektur zu verhindern. Aus diesem Grunde ist der den monolithischen Widerstand 530 enthaltene IC-Chip in einen Träger 70 der Leistungsverstärkerschaltung 103 integriert, und der gesamte Träger ist in der Ansaugluft angebracht, wie in Fig. 10 dargestellt.

Fig. 10 ist eine Schnittansicht eines Luftpurchflusßmeßteils, der mit dem Luftpurchflusßmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß Fig. 9 ausgerüstet ist. Im Luftstrommengen-Meßteil 100 ist der gesamte, mit dem IC-Chip 60 bestückte Träger 70 in den Luftkanal 30 bzw. in das Ansaugrohr eines Verbrennungsmotors eingebaut, und die Ansaugluft wird direkt auf den IC-Chip 60 und den monolithischen Widerstand 530 geblasen. Dadurch wird die Temperatur des IC-Chip 60 und des monolithischen Widerandes 530 stets auf der gleichen Temperatur wie der Ansaugluft gehalten, und somit wird die Genauigkeit der Korrektur nicht beeinträchtigt.

Falls der Träger 70 der Ansaugluft ausgesetzt wird, ist es wünschenswert, die Widerstände mit unterschiedlichen Temperaturkoeffizienten, beispielsweise den Widerstand 50 anderer Art, den Widerstand 510 oder den Thermistor 520 der Leistungsverstärkerschaltung, zu integrieren.

Fig. 11 ist eine Schnittansicht eines Luftpurchflusß-Meßteils, der mit dem Luftpurchflusßmesser vom Heizwiderstandstyp gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgerüstet ist. In Fig. 11 ist der gesamte Träger 70, der sich von dem in Fig. 10 dargestellten Träger unterscheidet, im Luftkanal 30 vorgesehen. Im Luftpurchflusmmengenmeßteil 100 der Fig. 11 ist der gesamte Träger, bestückt mit dem Widerstand 50 anderer Art, dem Widerstand 510 und dem Thermistor 520, im Luftkanal 30 bzw. im Ansaugrohr eines Verbrennungsmotors vorgesehen, und die Ansaugluft strömt direkt auf den Widerstand 520.

#### Patentansprüche

40 1. Luftpurchflusßmesser eines Heizwiderstandstyps zum Messen der Luftpurchflusmmenge, aufweisend:  
eine Konstanttemperatur-Steuerschaltung zum Erfassen des Luftpurchflusses, die eine Brückenschaltung aufweist, welche einen Heizwiderstand und einen temperaturempfindlichen Widerstand umfaßt, von denen jeder in einem Luftkanal vorgesehen ist, und  
45 eine Leistungsverstärkerschaltung zum Verstärken des von der Konstanttemperatur-Steuerschaltung gelieferten Eingangssignals als Luftpurchflusßsignal, wobei die Schaltung eine Mehrzahl von Widerständen zum Verstärken aufweist, die zur Bestimmung des Verstärkungsfaktors benutzt werden,  
wobei die Leistungsverstärkerschaltung eine Einrichtung zum Korrigieren der Luftpurchflusmmenge in bezug auf Temperaturänderungen umfaßt,  
50 wobei in der Einrichtung mindestens ein für die Verstärkung benutzter Widerstand ein Widerstand anderer Art mit einem Temperaturkoeffizienten ist, der sich von dem sonstigen, für die Verstärkung vorgesehener Widerstände unterscheidet, um die Änderung des Verstärkungsfaktors der Leistungsverstärkerschaltung zu eliminieren.

2. Luftpurchflusßmesser des Heizwiderstandstyps gemäß Anspruch 1, bei dem die Korrekturseinrichtung zwischen die Klemmenspannungsseite des Bezugswiderandes an der Eingangsstufe der Leistungsverstärkerschaltung und Erde geschaltet ist.

3. Luftpurchflusßmesser des Heizwiderstandstyps gemäß Anspruch 1, bei dem die Korrekturseinrichtung zwischen die Klemmenspannungsseite des Bezugswiderandes an der Eingangsstufe der Leistungsverstärkerschaltung und eine Grenzspannungsseite geschaltet ist.

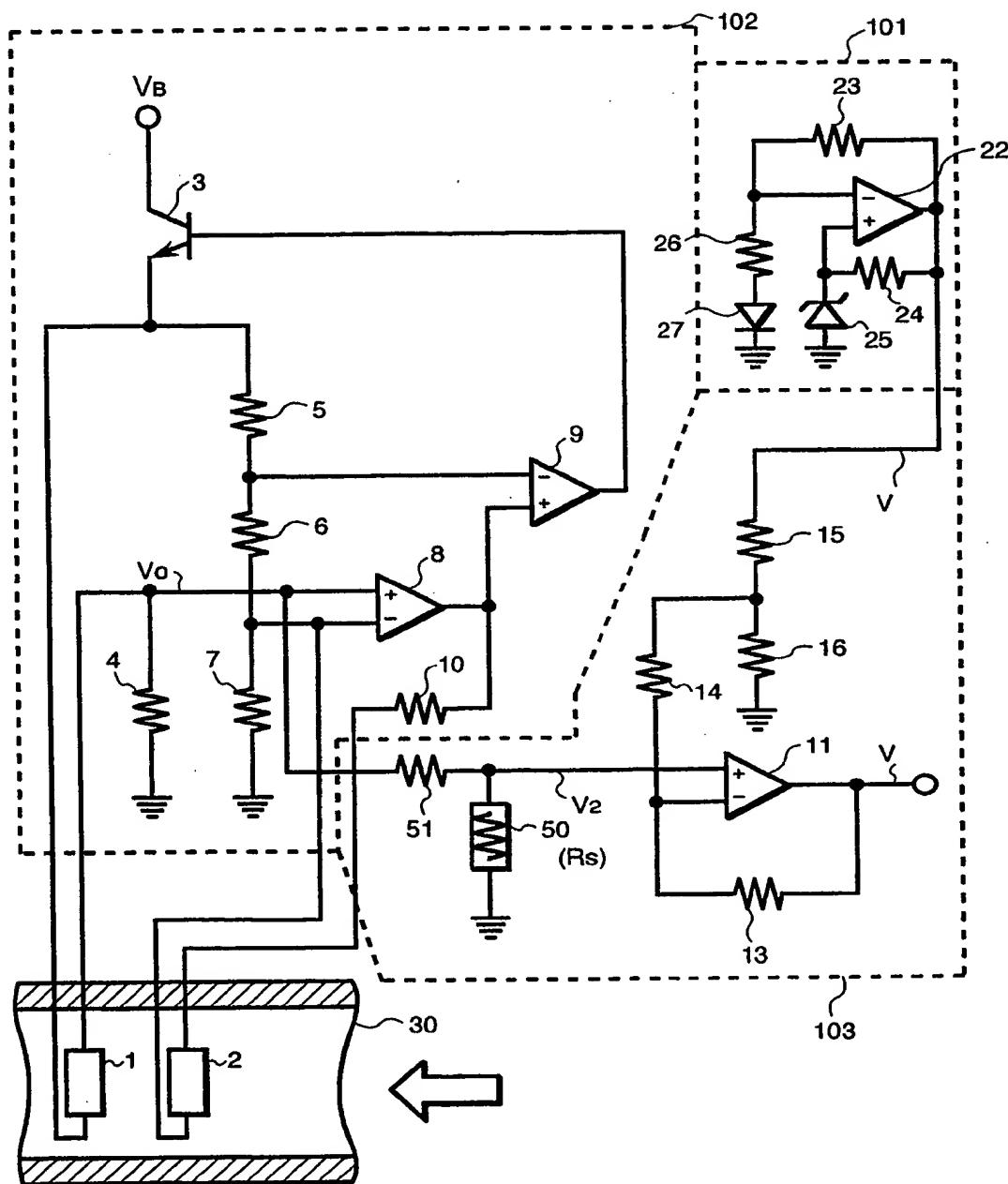
60 4. Luftpurchflusßmesser des Heizwiderstandstyps gemäß Anspruch 1, bei dem die Korrekturseinrichtung in einen Rückkopplungspfad eines Differenzialverstärkers der Leistungsverstärkerschaltung eingeschaltet ist.

5. Luftpurchflusßmesser des Heizwiderstandstyps gemäß Anspruch 1, bei dem der Widerstand anderer Art die gleiche Struktur wie der temperaturabhängige Widerstand aufweist.

65 Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

FIG. 1



602 046/647

FIG. 2

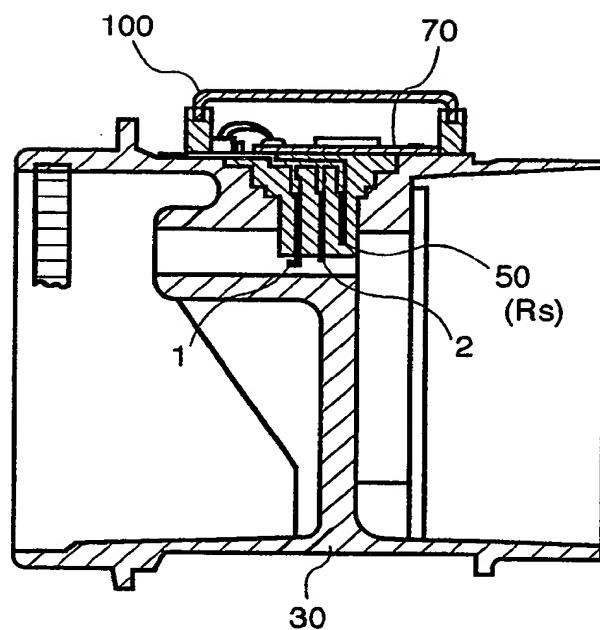


FIG. 3

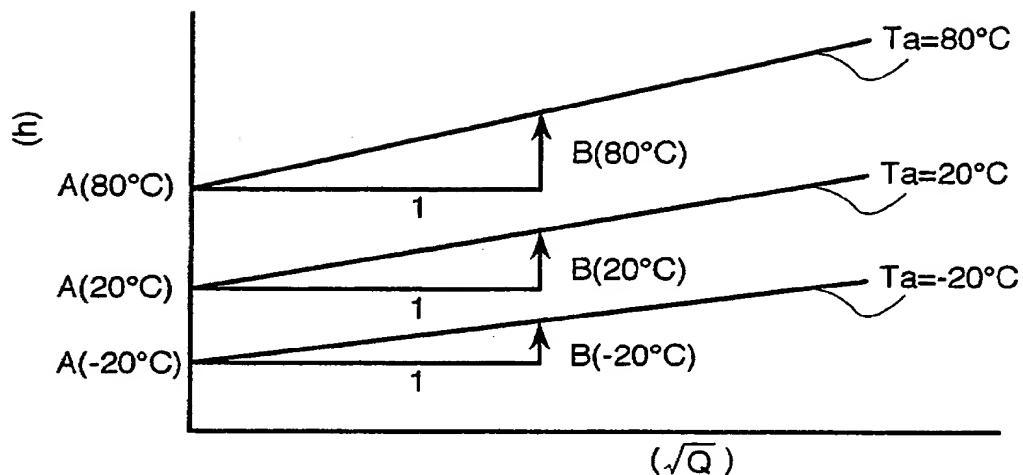


FIG. 4

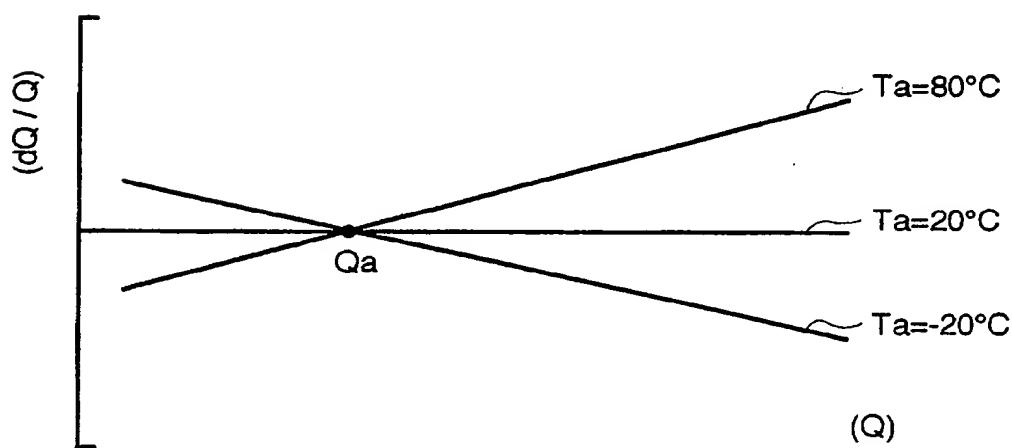


FIG. 5

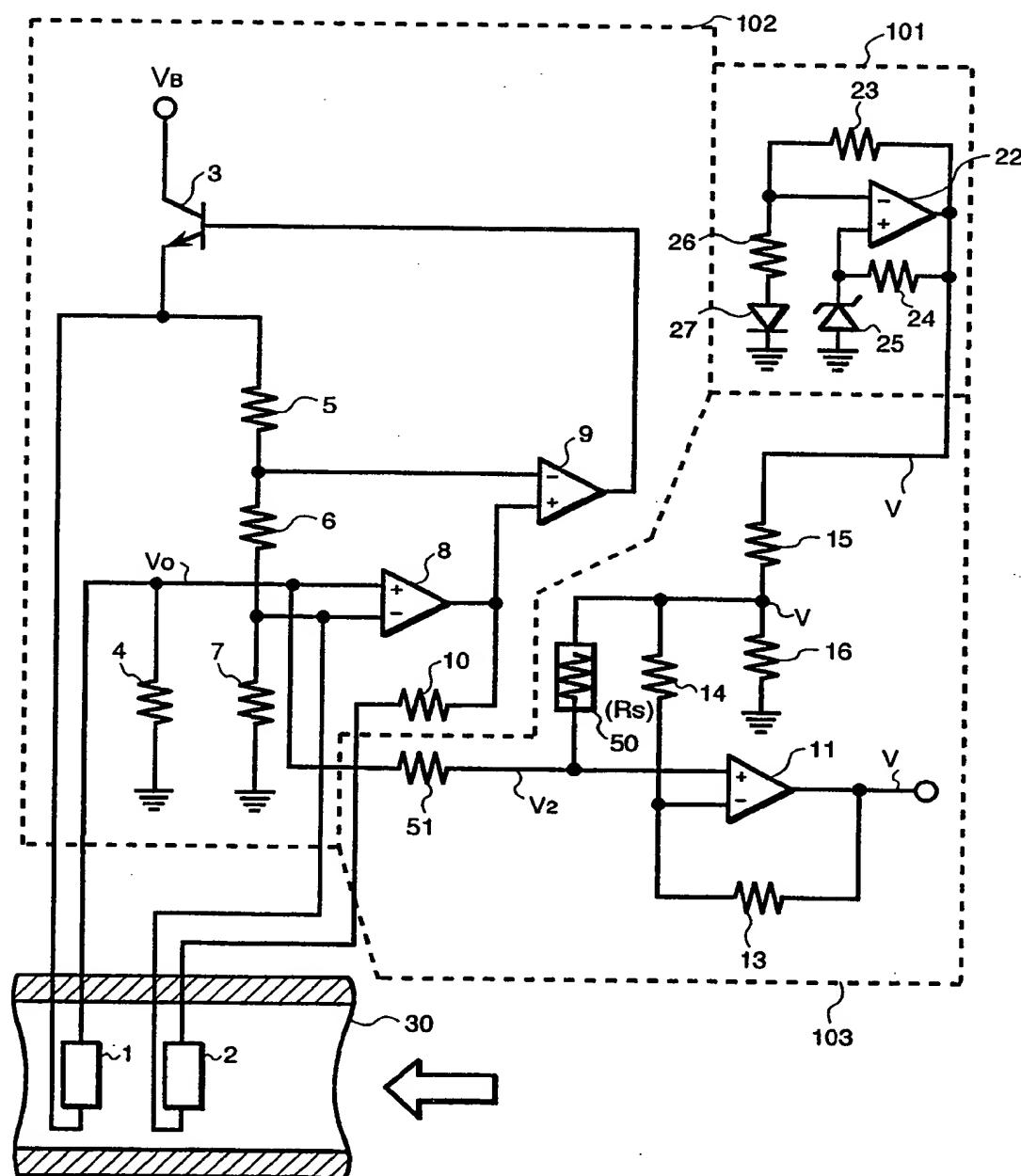


FIG. 6

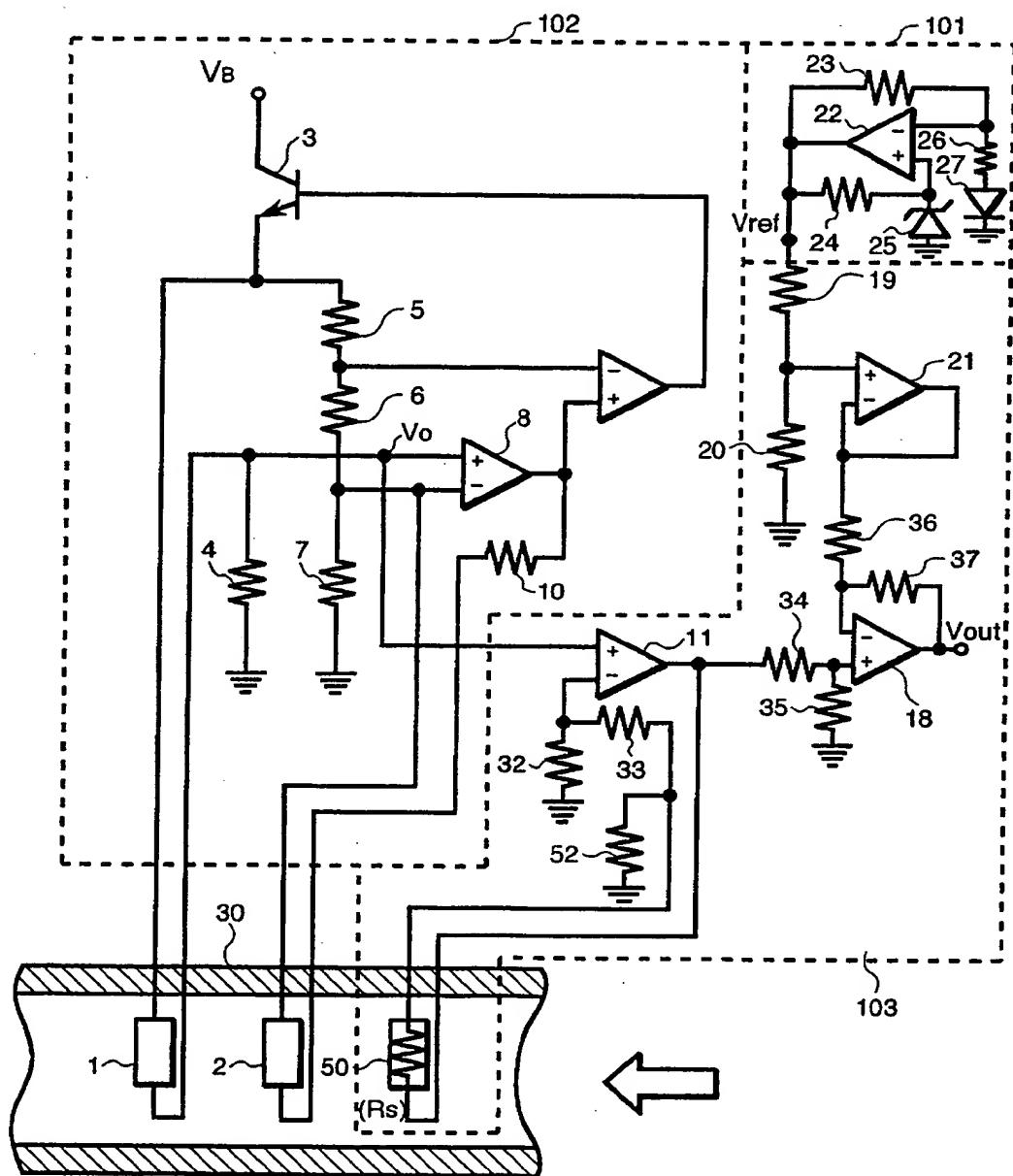


FIG. 7

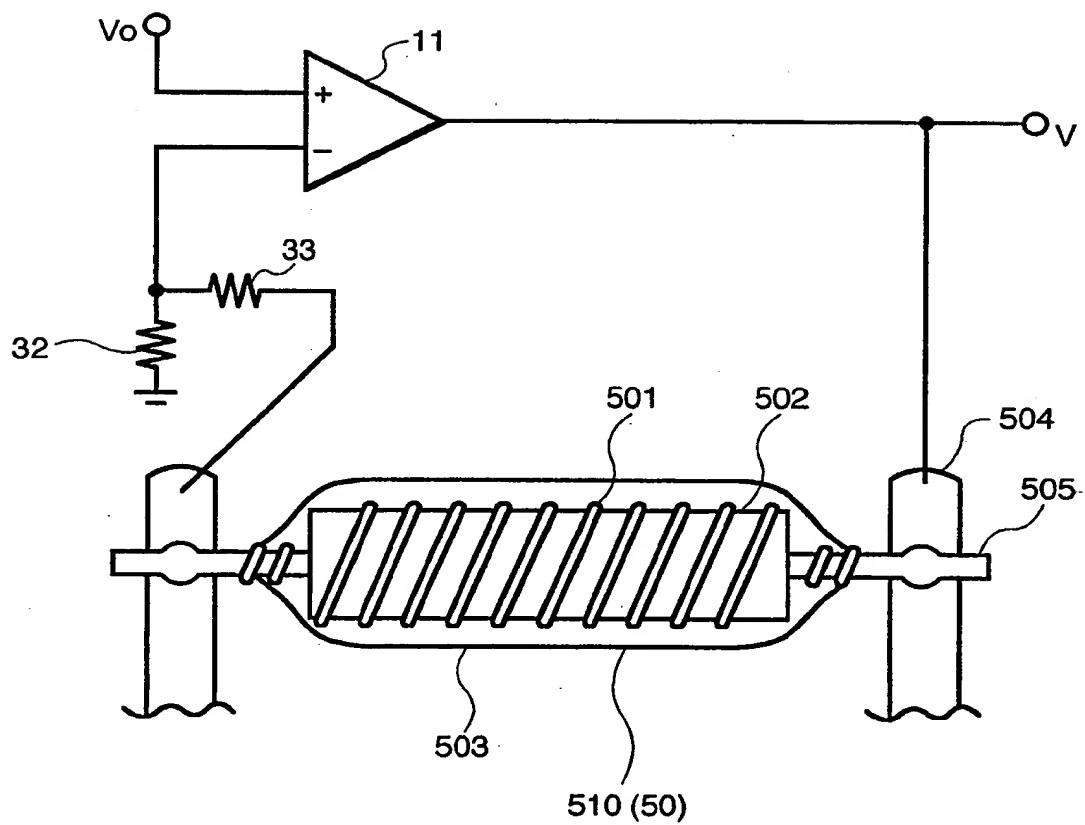


FIG. 8

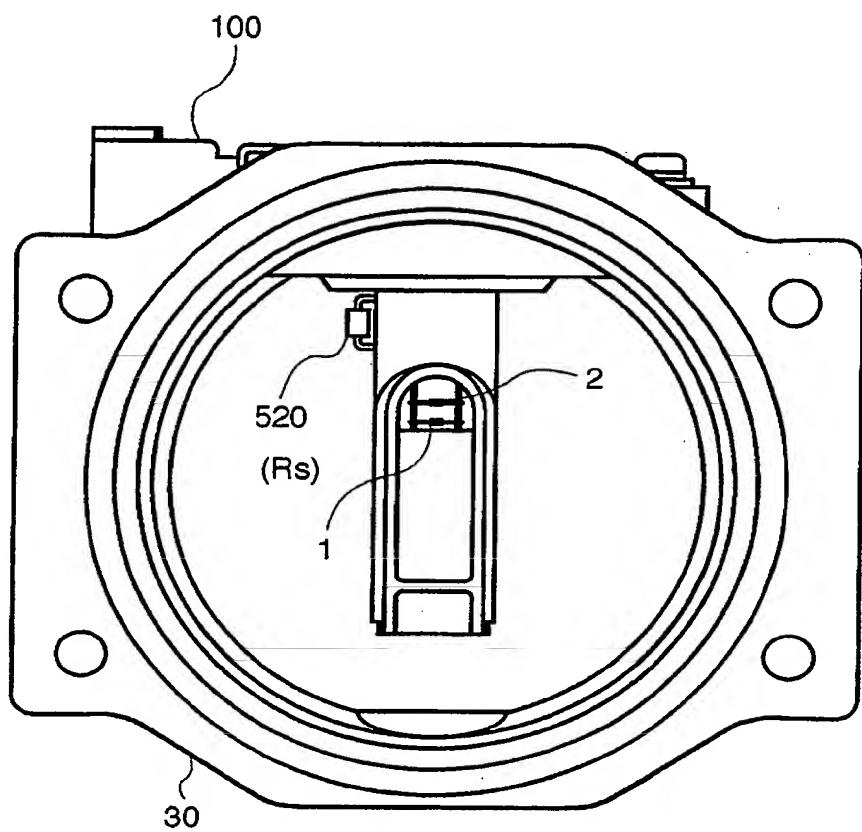


FIG. 9

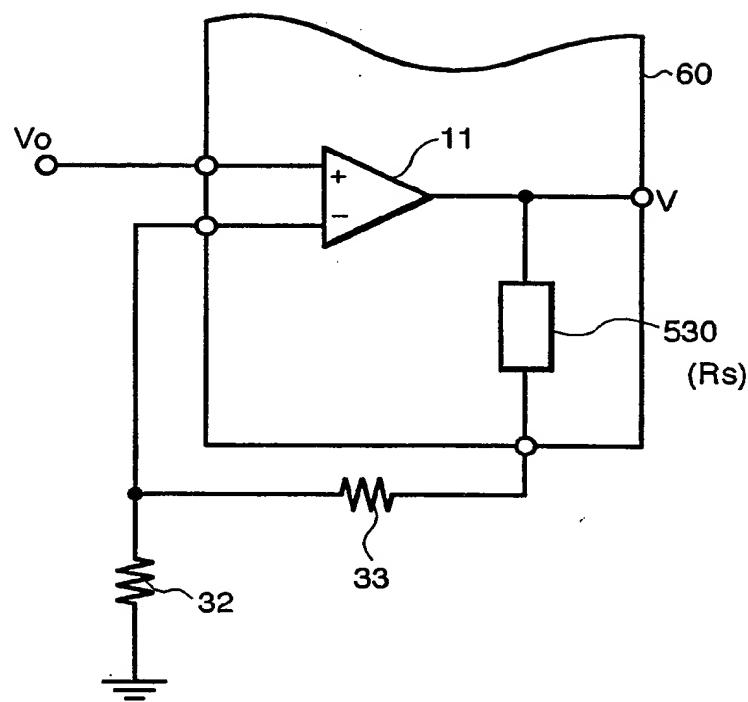


FIG. 10

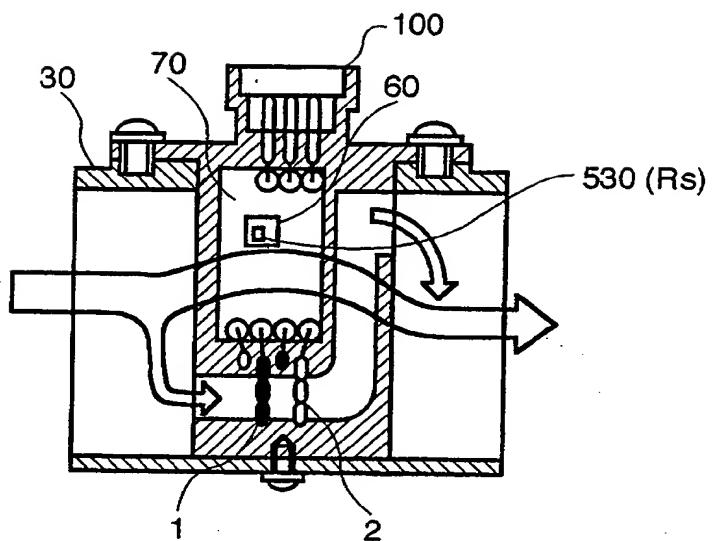


FIG. 11

